

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: **1020020035967 A**

(43)Date of publication of application:
16.05.2002

(21)Application number: **1020000065800**

(71)Applicant: **LEE, HO JUN**

(72)Inventor: **LEE, HO JUN**

(22)Date of filing: **07.11.2000**

(51)Int. Cl **H04B 10 /02**

(54) DEVICE FOR PROCESSING SIGNAL OF MULTI OPTIC FIBER BRAGG GRATING SENSOR USING CODE DIVISION MULTIPLEXING METHOD

(57) Abstract:

PURPOSE: A device for processing a signal of a multi optic fiber bragg grating sensor using a code division multiplexing method is provided to make a constitution simple and make a price low by applying a CDMA(Code Division Multi Access) method using a light emitting diode as a light source, thereby separating a mixed signal being reflected in a multi sensor into an individual signal. CONSTITUTION: A pseudo random number bit generator(11) is provided for generating a bit signal of a pseudo random number. A light emitting diode(12) generates a light in accordance with the pseudo random number bit generated in the pseudo random number bit generator(11). A coupler(13) inputs an optical signal generated in the light emitting diode(12) in an optic fiber bragg grid sensor unit(14) and inputs the optical signal being reflected in the optic fiber bragg grid sensor unit(14) in an optic fiber bragg filter. The optic fiber bragg grid sensor unit(14) receives an optical signal through an optic fiber connected to the coupler(13). An optic fiber bragg grid filter unit(15) performs a filtering of the optical signal reflected in the optic fiber bragg grid sensor unit(14) and outputted through the coupler(13). A photodetector(16) converts the optical signal being outputted in the optic fiber bragg grid filter unit(15) into an electric signal. A delay(17) delays a pseudo random number signal outputted in the pseudo random number bit generator(11). A mixer(18) mixes signals being outputted in the delay(17) and the photodetector(16). An integrator(19) integrates a signal being outputted in the mixer(18).

copyright KIPO 2002

BEST AVAILABLE COPY

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) . Int. Cl. ⁷
H04B 10/02

(11) 공개번호 특2002-0035967
(43) 공개일자 2002년05월16일

(21) 출원번호 10-2000-0065800
(22) 출원일자 2000년11월07일

(71) 출원인 이호준
충남 천안시 쌍용동 쌍룡모란아파트 1동 1702호
(72) 발명자 이호준
충남 천안시 쌍용동 쌍룡모란아파트 1동 1702호
(74) 대리인 안진석

심사청구 : 있음

(54) 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자센서의 신호처리 장치

요약

본 발명은 광원으로 발광다이오드를 사용하고, CDMA 방식을 적용하여 신호처리를 안정화하고 시스템의 구성을 간단하게 한 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치에 관한 것으로, 의사난수의 비트신호를 발생시키는 의사난수 비트 발생기와; 상기 의사난수 비트 발생기에서 발생된 의사난수 비트에 따라 빛을 발하는 발광다이오드와; 상기 발광다이오드에서 발생된 빛 신호를 광섬유 브래그 격자센서부에 입력시키고 상기 광섬유 브래그 격자 센서부에서 반사되는 빛신호를 광섬유 브래그 필터에 입력하는 결합기와; 상기 결합기에 연결된 광섬유를 통해 빛신호를 입력받는 광섬유 브래그 격자 센서부와; 상기 결합기에서 출력되는 상기 광섬유 브래그 격자 센서부에서 반사되어 상기 결합기를 통해 출력되는 빛신호를 필터링하는 광섬유 브래그 격자 필터부와; 상기 광섬유 브래그 격자 필터부에서 출력되는 빛신호를 전기적 신호로 변환하는 광검출기와; 상기 의사난수 비트 발생기에서 출력된 의사난수 신호를 지연시키는 지연기와; 상기 지연기와 상기 광검출기에서 출력되는 신호를 혼합하는 믹서와; 상기 믹서에서 출력되는 신호를 적분하는 적분기로 구성되어 저가의 안정된 시스템을 구성하고 압력에 대하여 측정되는 신호의 선형성을 높일 수 있다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 저속의 스트레인 측정에 사용되는 본 발명에 의한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치의 구성을 나타내는 블록도,

도 2(a) 및 (b)에 광섬유 브래그 격자 센서에 압력이 가해졌을 때 적분기에서 출력되는 신호의 변화를 나타내는 그래프,

도 3은 광섬유 브래그 격자 센서부에 가해지는 압력에 따른 적분기 출력전압의 선형성을 나타내는 실험 결과 그래프,

도 4는 고속의 스트레인 측정에 사용되는 본 발명에 의한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치의 구성을 나타내는 블록도,

도5와 도6은 센서1과 센서2에 대해 각각의 센서에 해당하는 PZT 구동장치의 출력(위)과 본 발명에 의한 시스템의 출력(아래),

도 7은 도 6의 출력에 대한 전력 스펙트럼이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

11 : 의사난수 비트 발생기 12 : 발광 다이오드

13 : 결합기 14 : 광섬유 브래그 격자 센서부

15 : 광섬유 브래그 격자 필터부 16 : 광검출기

17 : 지연기 18 : 믹서

19 : 적분기 41 : 의사난수 발생기

42 : 발광다이오드 43 : 광결합기

44 : 광섬유 브래그 격자 센서부 45 : 광섬유 브래그 격자 필터부

46 : 광검파기 47-1 : 지연기 1

47-2 : 지연기 248-1 : 혼합기 1

48-2 : 혼합기 249-1 : 저역통과필터 1

49-2 : 저역통과필터 250-1,2 : PZT 구동기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치에 관한 것으로, 광원으로 발광다이오드를 사용하고, CDMA 방식을 적용하여 신호처리를 안정화하고 시스템의 구성을 간단하게 한 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치에 관한 것이다.

페브리-페롯(Fabry-Perot) 필터를 사용하는 FBG(Fiber Bragg Grating) 다중센서 시스템은 페브리-페롯 필터가 압전소자를 사용하기 때문에 히스테리시스로 인한 오차와 스캔속도가 시스템 성능을 좌우하며, 고가이다. 센서 동작범위를 증가시키기 위하여 동조 레이저를 사용하고 CDMA(Code Division Multi Access)방식을 적용한 다중센서 시스템의 구성방법이 발표되었지만, 동조 레이저는 고가이며 스캔시간 또한 길다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 고려하여 창안된 것으로서, 그 목적은 광원으로 발광다이오드를 사용하고, CDMA 방식을 적용하여 다중센서에서 반사되는 혼합된 신호를 개별신호로 분리함으로써 구성이 간단하고 가격이 저렴한 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

위와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 신호처리장치는 의사난수의 비트신호를 발생시키는 의사난수 비트 발생기와; 상기 의사난수 비트 발생기에서 발생된 의사난수 비트에 따라 빛을 발하는 발광다이오드와; 상기 발광다이오드에서 발생된 빛 신호를 광섬유 브래그 격자센서부에 입력시키고 상기 광섬유 브래그 격자 센서부에서 반사되는 빛신호를 광섬유 브래그 필터에 입력하는 결합기와; 상기 결합기에 연결된 광섬유를 통해 빛신호를 입력받는 광섬유 브래그 격자 센서부와; 상기 결합기에서 출력되는 상기 광섬유 브래그 격자 센서부에서 반사되어 상기 결합기를 통해 출력되는 빛신호를 필터링하는 광섬유 브래그 격자 필터부와; 상기 광섬유 브래그 격자 필터부에서 출력되는 빛신호를 전기적 신호로 변환하는 광검출기와; 상기 의사난수 비트 발생기에서 출력된 의사난수 신호를 지연시키는 지연기와; 상기 지연기와 상기 광검출기에서 출력되는 신호를 혼합하는 믹서와; 상기 믹서에서 출력되는 신호를 적분하는 적분기로 구성된다.

이하, 본 발명을 바람직한 실시예들을 도시한 첨부도면을 참고로 구체적으로 설명한다.

도 1에 저속의 스트레인 측정에 사용되는 본 발명에 의한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치의 구성을 나타내는 블록도가 도시된다.

의사난수 비트 발생기(11)는 n 단 시프트레지스터에 의해 $2^n - 1$ 길이의 의사난수 비트신호를 발생시킨다. 시프트레지스터의 단수가 많을수록 의사난수의 길이가 길어지게 되는데 의사난수의 길이가 길수록 다중화할 수 있는 센서의 수를 증가시킬 수 있고 채널 간의 크로스토크(crosstalk)를 줄일 수 있다. 본 실시예에서는 8단 시프트레지스터를 사용하여 의사난수의 길이가 $2^8 - 1 = 255$ 이므로 100개 이상의 광섬유 브래그 격자를 갖는 격자 센서를 사용할 수 있다. 발광다이오드(12)는 상기 의사난수 비트 발생기(11)에서 발생된 비트에 따라 빛을 발생시킨다. 결합기(13)는 상기 발광다이오드(12)에서 발생된 빛 신호를 광섬유 브래그 격자센서부(14)에 입력시키고 상기 광섬유 브래그 격자 센서부(14)에서 반사되는 빛신호를 광섬유 브래그 필터(15)에 입력한다. 광섬유 브래그 격자센서부(14)는 상기 결합기(13)에 연결된 광섬유를 통해 빛신호를 입력받으며, 각 센서는 서로 직렬 연결된다. 광섬유 브래그 격자 필터부(15)는 상기 결합기(13)에서 출력되는 상기 광섬유 브래그 격자센서부(14)에서 반사되어 상기 결합기(13)를 통해 출력되는 빛신호를 필터링하며, 각 필터는 서로 직렬 연결된다. 광검출기(16)은 상기 필터부(15)에서 출력되는 빛신호를 전기적 신호로 변환한다. 지연기(17)는 상기 의사난수 비트 발생기(11)에서 출력된 의사난수 신호를 지연시켜 출력한다. 믹서(18)는 상기 지연기(17)와 상기 광검출기(16)에서 출력되는 신호를 혼합한다. 적분기(19)는 상기 믹서(18)에서 출력되는 신호를 적분하여 상기 광섬유 브래그 격자센서부(14)에서 반사된 신호를 분리한다.

의사난수 비트 발생기(11)에서 발생된 의사난수 비트신호는 발광다이오드(12)와 지연기(17)에 동시에 입력된다. 발광다이오드(12)는 의사난수의 비트에 따라 발광하여 빛을 발생시키고 그 빛은 광섬유를 통해 결합기(13)에 입력된다. 결합기(13)는 광섬유 브래그 필터(15)와 연결되는 광섬유와 발광다이오드(12)에 연결되는 광섬유를 결합시켜 광섬유 브래그 격자 센서부(14)에 연결되는 광섬유에 연결한다. 발광다이오드(12)에서 발생된 광신호는 결합기(13)를 통해 광섬유 브래그 격자 센서부(14)에 입력된다. 광섬유 브래그 격자 센서부(14)는 두 개의 광섬유 브래그 격자센서로 구성되며, 각각은 반사하는 파장이 다르다. 예를들면, 센서1은 1309nm를 반사시키고, 센서2는 1299nm의 파장을 반사시

키도록 브래그 격자를 형성한다. 결합기(13)를 통해 입력된 광신호는 광섬유 브래그 격자 센서부(14)에 입력되어 각 센서를 거치는 중에 해당 파장이 반사되어 반대방향으로 진행한다.

도 2(a) 및 (b)에 광섬유 브래그 격자 센서에 압력이 가해졌을 때 적분기에서 출력되는 신호의 변화를 나타낸다.

도 2(a)는 센서1에 압력이 가해졌을 때와 압력이 가해지지 않았을 때 각 센서에서 반사되어 적분기(19)로 출력되는 신호를 나타내며, 센서1에 압력이 가해지면 반사되는 광신호의 파장이 변화하여 센서1에서 반사되어 필터부(15)를 통해 수신되는 신호들의 세기가 증가함을 볼 수 있다. 센서2에는 압력이 가해지지 않았기 때문에 센서2에서 반사되는 광신호의 세기는 변화가 없음을 보여준다.

도 2(b)는 센서2에 압력이 가해졌을 때와 압력이 가해지지 않았을 때 각 센서에서 반사되어 적분기(19)로 출력되는 광신호를 나타낸다. 앞서와 마찬가지로, 센서2에 압력이 가해지면 반사되는 광신호의 파장이 변화하여 센서2에서 반사되어 필터부(15)를 통해 수신되는 신호들의 세기가 증가함을 볼 수 있다. 센서1에는 압력이 가해지지 않았기 때문에 센서1에서 반사되는 광신호의 세기는 변화가 없음을 보여준다.

광섬유 브래그 격자 필터부(15)는 두 개의 필터로 구성되며, 상기 광섬유 브래그 격자 센서부(14)를 구성하는 센서들과 각각 반사하는 파장이 동일하거나 파장의 변화에 따라 광강도가 변화하는 유전체 코팅에 의한 엣지 필터등 파장의존성 광필터를 사용한다. 필터1은 센서1과 동일한 파장(1309nm)을 반사시키고, 필터2는 센서2와 동일한 파장(1299nm)을 반사시킨다. 따라서 압력이 가해지지 않았을 때 광섬유 브래그 격자 필터부(15)에서 출력되는 광신호는 없지만, 만약 광섬유 브래그 격자 센서부(14)에 압력이 가해지게 되면 광섬유 브래그 격자 센서부(14)에서 반사되는 파장에 천이가 일어나게 된다. 압력이 가해진 광섬유 브래그 격자 센서1에서 반사되는 광신호의 파장은 천이가 일어난 파장이어서 광섬유 브래그 격자 필터부(15)를 통과하게 되고, 광다이오드(16)에 의해 검출되어 전기적신호로 변환된다. 전기적신호로 변환된 신호는 믹서(18)에서 지연된 의사난수 비트신호와 혼합되고 적분기(19)에서 자기 상관되어 출력된다. 따라서, 앞서 설명한 대로 센서1에 압력이 가해지면 반사되는 광신호의 파장이 변화하여 센서1에서 반사되어 필터부(15)를 통해 수신되는 신호들의 세기가 증가함을 도 2(a)에서 볼 수 있다. 마찬가지로 센서2에 압력이 가해지는 경우 센서2에서 반사되는 신호의 파장에 천이가 생겨서 신호가 증가함을 도 2(b)에서 볼 수 있다.

한편, 광섬유 브래그 격자 센서부(14)에 가해지는 압력에 따라 적분기(19)에서 출력되는 신호의 선형성을 나타내는 실험 결과가 도 3에 도시된다. 도3은 도2에 도시된 각 센서에 가해지는 압력을 변화시키면서 적분기(19)에서 출력되는 신호의 최대치를 나타낸 것이다. 0-600 μ S의 인가압력에 대한 선형적인 응답이 관측된다. 광섬유 브래그 격자 센서와 광섬유 브래그 격자 필터의 선폭이 완전히 어긋날 경우 선형성이 없어지며, 선형 칩 격자(linearly chirped grating)를 사용하면 큰 동적 범위를 얻을 수 있다.

도 4에 고속의 스트레인 측정에 사용되는 본 발명에 의한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치의 구성을 나타내는 블록도가 도시된다.

스트레인을 센서에 가하기 위하여 PZT 구동기(50-1, 50-2)를 사용한다. PZT 구동기(50-1, 50-2)는 압전소자(piezoelectric element)와 교류신호 발생부로 구성된다. 압전소자는 인가전압에 따라 길이가 변화하는 소자로서 고속의 스트레인을 광섬유 브래그 격자 센서에 인가한다. PZT 구동기(50-1, 50-2)의 교류신호 발생부는 고전압의 교류신호를 발생시켜 압전소자에 가하여 고속의 스트레인을 광섬유 브래그 격자센서에 인가한다.

고속으로 스트레인이 두 센서에 가해지면 두 센서에서 반사되는 의사난수 비트신호에 연속적으로 스트레인이 가해져 계속적으로 변형된 신호가 발생하는데 각 센서에서 반사되어 출력되는 거리에 차이가 있기 때문에 그 차이만큼 지연시간을 달리해서 상관을 해야 각 센서에서 반사되는 신호를 겹치지 않고 출력할 수 있다.

따라서, 의사난수 발생기(41)에서 발생한 의사난수 신호가 각 센서에서 반사되어 되돌아오는 시간만큼 의사 난수 신호를 두 개의 지연기(47-1, 47-2)로 지연시켜 로우패스 필터(49-1)와 혼합기(48-1)로 구성되는 제1상관기와 로우패스 필터(49-2)와 혼합기(48-2)로 구성되는 제2상관기에 통과시키면 각 센서에서 반사되는 신호를 각각 검출할 수 있으며, 그 신호에는 가해진 스트레인에 따라 변형된 신호들이 표시된다.

의사난수 발생장치(41)는 도1의 저속 스트레인 측정에 사용되는 장치와 마찬가지로 8개의 시프트레지스터로 구성되어 최대 길이가 255비트 이고 비트 주기는 50ns인 의사난수를 발생시키게 한다. 1550nm 대의 발광다이오드(42)로부터 전광변환된 신호는 광결합기(43)와 광섬유를 통하여 직렬로 연결된 센서1과 센서2에 도달하고, PZT 구동기(50-1, 50-2)에 의해 변조된 센서 신호가 각각 반사되어 필터1과 필터2에서 필터링 된 후 광검파기(46)에서 검출된다. 센서1과 필터1의 광섬유 브래그 격자는 중심파장이 1534.5 nm 대의 가능한 비슷한 특성의 칩(chirped) 광섬유 브래그 격자를 사용하고, 센서2와 필터2 또한 중심파장이 1549 nm대의 칩 광섬유브래그 격자를 사용한다. 센서1과 센서2에서 반사되어 되돌아온 신호와 정확히 동기가 일치하도록 의사난수 신호를 지연시키는 고정된 지연기1(47-1)와 지연기2(47-2)와 수신된 센서신호는 로우패스 필터(49-1, 49-2)와 혼합기(48-1, 48-2)로 각각 구성되는 제1,2상관기에서 상관과정을 거쳐 출력되는데, 지연기1(47-1)에 의한 지연시간은 센서1에서 되돌아오는 신호의 지연시간과 같으며, 지연기2(47-2)에 의한 지연시간은 센서2에서 되돌아오는 신호의 지연시간과 같다. 따라서, 저역통과 필터1(49-1)의 출력은 센서1에 가해진 스트레인에 따라 변화하는 신호이고, 저역통과 필터2(49-2)의 출력은 센서1에 가해진 스트레인에 따라 변화하는 신호이다.

도5와 도6은 센서1과 센서2에 대해 각각의 센서에 해당하는 PZT 구동장치의 출력(위)과 본 발명에 의한 시스템의 출력(아래)을 나타낸다. 실험에서 PZT 구동장치의 출력전압은 AC 60 Vp-p로, 출력주파수는 각각의 PZT 공진 주파수에 맞게 설정되었는데 (센서 1: 800 Hz, 센서 2: 740 Hz), PZT 인가 전압과 출력 간의 위상차와 잡음으로 인한 신호의 일그러짐은 있지만 가해진 진동신호가 충분히 복원되고 있다.

도 7은 도 5와 도 6의 출력에 대한 전력 스펙트럼이다. 저역통과필터1의 출력(위)에서는 센서1의 신호인 800Hz의 주파수 성분이 저역통과필터 2의 출력(아래)에서는 센서2의 신호인 740Hz의 주파수 성분이 가장 강하며, 두 개의 다중화한 FBG 센서에 의한 채널간 누화는 -30 dB 이하로 측정되어 다중화한 센서의 신호를 훌륭히 분리하고 있다.

발명의 효과

본 발명에 의하면 코드 분할 다중화 기술을 이용하여 다중 광섬유 브래그 격자 센서 시스템에서 센서간의 신호를 분리하여 신호를 측정함으로써 저가의 안정된 시스템을 구성하고 압력에 대하여 측정되는 신호의 선형성을 높일 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

의사난수의 비트신호를 발생시키는 의사난수 비트 발생기와;

상기 의사난수 비트 발생기에서 발생된 의사난수 비트에 따라 빛을 발하는 발광다이오드와;

상기 발광다이오드에서 발생된 빛 신호를 광섬유 브래그 격자센서부에 입력시키고 상기 광섬유 브래그 격자 센서부에서 반사되는 빛신호를 광섬유 브래그 필터에 입력하는 결합기와;

상기 결합기에 연결된 광섬유를 통해 빛신호를 입력받는 광섬유 브래그 격자 센서부와;

상기 결합기에서 출력되는 상기 광섬유 브래그 격자 센서부에서 반사되어 상기 결합기를 통해 출력되는 빛신호를 필터링하는 광섬유 브래그 격자 필터부와;

상기 광섬유 브래그 격자 필터부에서 출력되는 빛신호를 전기적 신호로 변환하는 광검출기와;

상기 의사난수 비트 발생기에서 출력된 의사난수 신호를 지연시키는 지연기와;

상기 지연기와 상기 광검출기에서 출력되는 신호를 혼합하는 믹서와;

상기 믹서에서 출력되는 신호를 적분하는 적분기로 구성되는 것을 특징으로 하는 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 의사난수 비트 발생기는 n 단의 시프트 레지스터로 구성되며, $2^n - 1$ 길이의 의사난수 비트 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 광섬유 브래그 격자 센서부는 하나의 광섬유 브래그 격자로 구성하거나 각각 반사하는 파장이 다른 다수의 광섬유 브래그 격자센서로 구성되고, 상기 광섬유 브래그 격자 필터부는 하나의 광섬유 브래그 격자로 구성하거나 각각 반사하는 파장이 다른 다수의 광섬유 브래그 격자필터로 구성되는 것을 특징으로 하는 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치. 여기서 작은 동적 범위 측정을 위하여 광섬유 브래그 격자 센서와 필터가 사용되고, 센서의 동적 범위를 증가시키기 위하여 선형 칩 광섬유 브래그 격자 센서와 필터가 사용되는 신호처리 장치.

청구항 4.

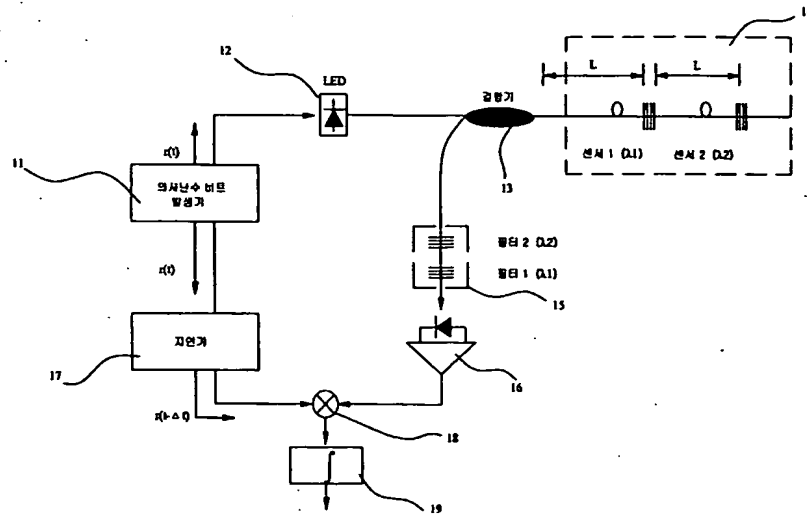
제1항에 있어서, 상기 지연기는 상기 의사난수 발생기의 출력신호를 상기 센서부의 각 센서들에서 반사되어 오는 시간 만큼 지연시키는 다수의 지연기로 구성되고, 상기 믹서는 상기 다수의 지연기의 각각의 출력과 상기 광검출기의 출력을 각각 혼합하는 다수의 믹서로 구성되며, 상기 다수의 믹서에서 출력되는 신호를 저역통과시키는 다수의 저역통과 필터를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치.

청구항 5.

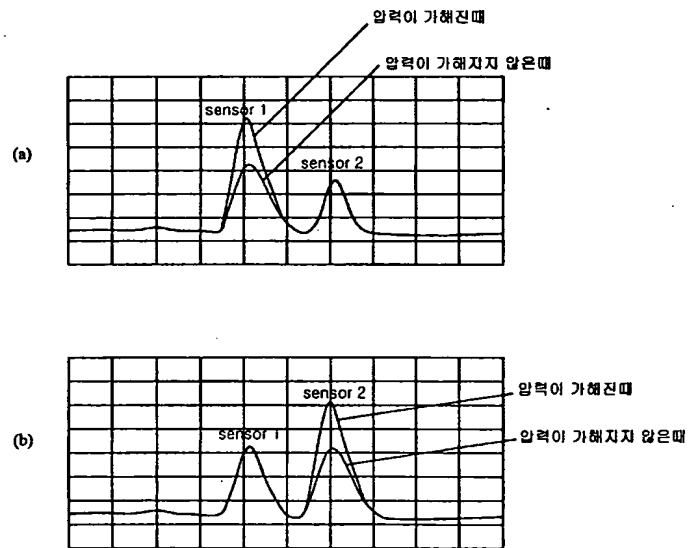
제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 광섬유 브래그 격자 필터부를 구성하는 다수의 필터들은 상기 광섬유 브래그 격자 센서부를 구성하는 센서들과 각각 반사하는 파장이 동일한 것을 사용하거나 파장의 변화에 따라 광강도가 변화하는 유전체 코팅에 의한 엣지(edge) 필터나, 광섬유 장주기 격자(Long Period Grating) 등 파장 의존성 필터를 사용하는 것을 특징으로 하는 코드분할 다중화방식을 이용한 다중 광섬유 브래그 격자 센서의 신호처리 장치.

도면

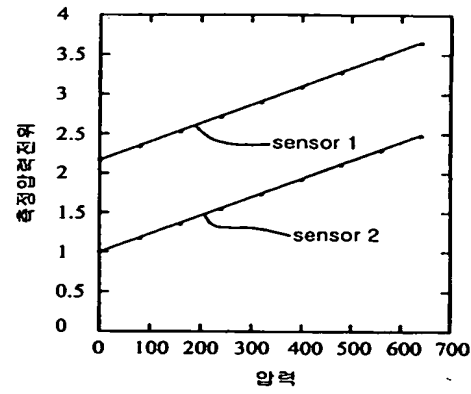
도면 1



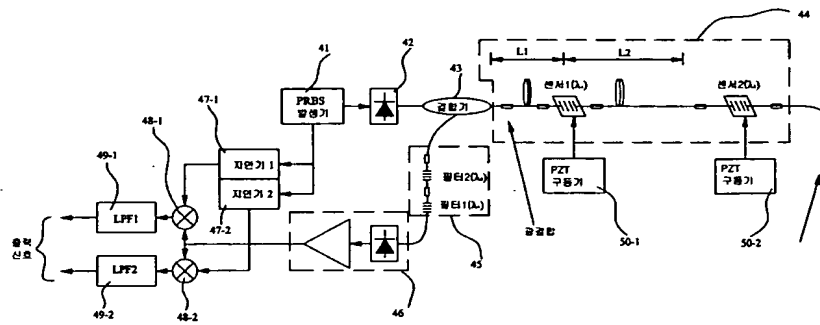
도면 2



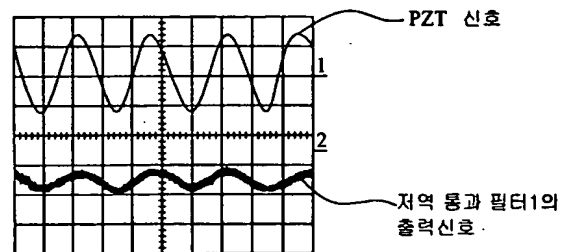
도면 3



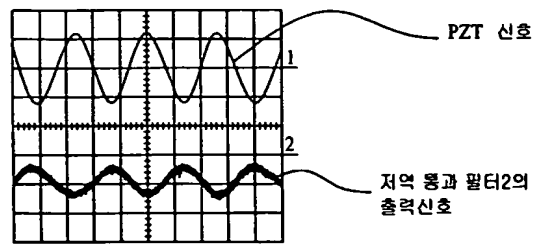
도면 4



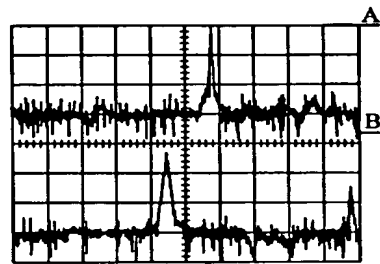
도면 5



도면 6



도면 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.